

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-102231

(43)Date of publication of application : 26.04.1991

(51)Int.Cl.

G01K 11/12  
G01K 7/00

(21)Application number : 01-239143

(71)Applicant : FUJIKURA LTD

(22)Date of filing : 14.09.1989

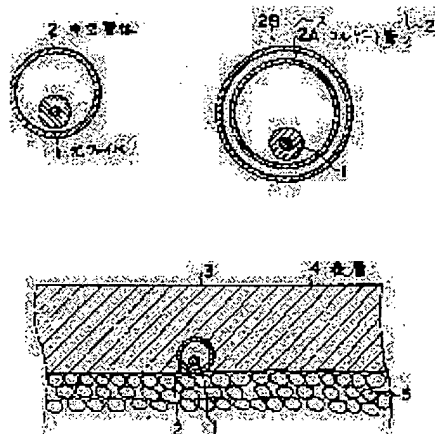
(72)Inventor : MOCHIZUKI MASATAKA  
OKIAYU RYUICHI  
YOSHIDA SHOTARO  
SAWAKURI TATSUYA

## (54) APPARATUS FOR MEASURING TEMPERATURE DISTRIBUTION OF ROAD SURFACE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To efficiently control the heating of a road surface by embedding a hollow pipe body having an optical fiber being a temp. detection part inserted therein in the surface layer of the road surface.

**CONSTITUTION:** An optical fiber 1 is inserted in a hollow pipe body 2 composed of plastic. In this case, the optical fiber is suitable to be embedded in a road surface at a place where mechanical stress is relatively low, for example, a footway. Further, the optical fiber 1 is inserted in the hollow pipe body 2 prepared by forming a sheath 2B composed of a hard polyethylene resin or rubber to the outer periphery of a metal corrugated pipe 2A. In this case, the hollow pipe body 2 is suitable to be embedded in the road surface at a place high in mechanical stress, for example, a roadway. This hollow pipe body 2 is embedded in the surface layer 4 of the road surface 3 so that the longitudinal direction thereof becomes parallel to the road surface. By this constitution, the linear or planar temp. distribution of the road surface can be measured only by using one optical fiber as a temp. detection part. Therefore, heat energy for heating the road surface in order to melt snow or to prevent freezing is



controlled to the necessary min. proper quantity to make it possible to reduce energy cost.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

---

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-102231

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)4月26日

G 01 K 11/12  
7/00

3 8 1 L

F 7409-2F  
L 7409-2F

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全5頁)

⑮ 発明の名称 路面温度分布計測装置

⑯ 特 願 平1-239143

⑰ 出 願 平1(1989)9月14日

⑱ 発 明 者	望 月 正 孝	東京都江東区木場1丁目5番1号 藤倉電線株式会社内
⑱ 発 明 者	置 站 隆 一	東京都江東区木場1丁目5番1号 藤倉電線株式会社内
⑱ 発 明 者	吉 田 昭 太 郎	東京都江東区木場1丁目5番1号 藤倉電線株式会社内
⑱ 発 明 者	沢 稔 達 也	東京都江東区木場1丁目5番1号 藤倉電線株式会社内
⑲ 出 願 人	藤倉電線株式会社	東京都江東区木場1丁目5番1号
⑳ 代 理 人	弁理士 豊田 武久	

明 細 書

1. 発明の名称

路面温度分布計測装置

2. 特許請求の範囲

(1) ラマン散乱型分布型温度センサの温度検知部である光ファイバを中空管体中に挿入し、その中空管体を路面の表層中に埋設してなることを特徴とする路面温度分布計測装置。

(2) 光ファイバを挿入した特記中空管体が、蛇行状に路面の表層中に埋設されている請求項1記載の路面温度分布計測装置。

(3) 光ファイバを挿入した前記中空管体の一部もしくは光ファイバ自体の一部が、外気雰囲気中に露呈されている請求項1記載の路面温度分布計測装置。

(4) 前記中空管体内に、中空管体と光ファイバとの間の熱伝導を行なうための物質が充填されている請求項1記載の路面温度分布計測装置。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

この発明は、路面上の雪を融解させたりあるいは路面上での水や雪の凍結を防止するために路面を加熱、加温するにあたって、路面温度を検出する装置に関するものである。

従来の技術

寒冷地方においては、冬期における道路交通を確保するため、路面上の雪を融かしたり凍結の防止を図ることは極めて重要な課題となっている。そこで最近では各種の加熱手段によって路面を加熱して融雪や凍結防止を図ることが試みられるようになってきている。

ところで路面の融雪や凍結防止のために、ただやみくもに路面を加熱したのでは、エネルギー利用効率が悪く、莫大なエネルギーコストを要することになる。そこでエネルギー利用効率を高めてコスト低減を図るためには、路面温度や外気温度を検出してその検出温度に応じて加熱手段を制御し、融雪や凍結防止に必要な最小限の熱エネルギーを与えることが不可欠である。このような目的から路面温度を検出するためのセンサとしては、従

来は熱電対あるいは各種測温抵抗体、さらにはサーミスタで代表される半導体センサなどの利用が考えられている。

#### 発明が解決しようとする課題

路面の温度、特に積雪のある状態での路面の温度は、雪の吹き溜りや建物の影などによって微妙な影響を受け、その温度分布は均一ではないのが通常である。したがって真に効率良く路面の融雪や凍結防止を図るためには、一点のみの温度検出ではなく、線状さらには面状に温度検出を行なうて、温度分布を検出し、その温度分布にしたがって加熱手段の制御を行なうことが望ましい。

しかしながら従来路面温度の検出に適用が考えられている熱電対や測温抵抗体、半導体センサなどは、いずれも一点のみの温度検出しかできない。したがって温度分布を検出するために多点での温度検出を行なおうとすれば、多数のセンサを必要とし、コスト増大を招くとともに検出配線も著しく複雑化して保守点検も容易ではなくなる等の問題が生じる。

光ファイバを挿入した中空管体の一部または光ファイバ自体の一部を外気雰囲気中に露出させることもできる。

そしてまたこの発明の路面温度分布計測装置では、中空管体内に、その中空管体と光ファイバとの間の熱伝導を行なうための物質を充填しておくこともできる。

#### 作 用

ラマン散乱型分布型温度センサは、その温度検知部である光ファイバの長さ方向の温度分布を計測することができる。このようなラマン散乱型分布型温度センサによる温度分布計測原理は次の通りである。

すなわち、光ファイバに光を入射すれば、光ファイバ内のわずかな屈折率のゆらぎや光ファイバを構成する分子、原子による吸収、再発光などによる光の散乱が生じる。この散乱光には、入射光と同じ波長の光であるレーレ散乱光と、入射光とは異なる波長の光であるラマン散乱光とがある。後者のラマン散乱光は、光ファイバを構成する分子、

この発明は以上の事情を背景としてなされたもので、路面上の融雪や凍結防止を図るために路面を加熱するにあたって、路面温度の線状あるいは面状の分布を簡単かつ容易に検出するようになり、これによって大幅なコスト上昇や保守点検の煩雑さを招くことなく、路面加熱を効率良く制御できるようにすることを目的とするものである。

#### 課題を解決するための手段

前述のような課題を解決するため、この発明では路面温度を検出するセンサとして、ラマン散乱型分布型温度センサを使用することとした。

具体的には、この発明の路面温度分布計測装置は、ラマン散乱型分布型温度センサの温度検知部である光ファイバを中空管体中に挿入し、その中空管体を路面の表層中に埋設してなることを特徴とするものである。

またこの発明の路面温度分布計測装置では、光ファイバを挿入した中空管体を蛇行状に路面の表層中に埋設することが望ましい。

さらにこの発明の路面温度分布計測装置では、

原子の無規則により発生する散乱光で、その強さは温度に大きく依存する。そこで入射光として特定波長のパルス光（通常はレーザパルス）を使用し、散乱光により光が戻ってくるまでの時間の遅れとラマン後方散乱光の強さを検出することで、光ファイバの長さ方向各位置の温度を計測することができる。

したがってこのようなラマン散乱型分布型温度センサの温度検知部である光ファイバを道路の路面における表層に埋設しおけば、路面の温度分布を計測することができる。

ここで、光ファイバをそのまま埋設したのでは、路面からの機械的ストレスに対して極めて弱いが、中空管体に挿入して路面の表層に埋設することにより、その中空管体によって光ファイバを機械的に保護することができる。

また、光ファイバを挿入した中空管体を蛇行状に埋設すれば、路面の温度分布を面状に計測することが可能となる。

さらに、光ファイバを挿入した中空管体の一部、

あるいは光ファイバ自体の一部を外気雰囲気中に露呈させておけば、その部分では外気温度が計測されることになり、したがって路面の温度分布と外気温度との両方を同時に計測することが可能となる。

そしてまた、中空管体の内部に、中空管体と光ファイバとの間の熱伝導を行なう物質を充填しておけば、温度計測の応答性を高めることができる。

#### 実施例

第1図および第2図に、それぞれこの発明の装置における温度検知部である光ファイバ1を中空管体2に挿入した構成の一例を示す。

第1図に示す例では、光ファイバ1は硬質ポリエチレン樹脂等のプラスチックからなる中空管体2内に挿入されている。この例は、比較的機械的ストレスが少ない箇所、例えば歩道に埋設するに適している。

第2図に示す例では光ファイバ1は、アルミニウム合金あるいは鋼等の金属製のコルゲート管2Aの外周上に硬質ポリエチレン樹脂あるいはゴム

等のシース2Bを形成してなる中空管体2内に挿入されている。この例は、機械的ストレスが大きい箇所の路面、例えば車道に埋設するに適している。

なお第1図、第2図の例では中空管体2内に一本の光ファイバ1を挿入した構成としたが、場合によってはスペーサを収容して2本以上の光ファイバを挿入することもできる。また温度検知部としての光ファイバのみならず、その他の信号伝送のための光ファイバや信号線を同じ中空管体内に挿入することもできる。さらに、中空管体と光ファイバとの間に、熱伝導を行なうための物質として、水や不凍液などの液体、あるいは $H_2$ 、 $He$ などのガス、さらには金属粉末などを充填しておくことが望ましく、これによって中空管体から光ファイバへの熱伝導を良好にして、温度計測の応答性を高めることもできる。

以上のような光ファイバ1を挿入した中空管体2は、例えば第3図、第4図に示すように、路面3の表層4中にその長さ方向が路面と平行となる

ように埋設される。

第4図において、道路の路盤5上には表層4として例えばアスファルト舗装層が設けられており、このアスファルト舗装層4に前述の光ファイバ挿入中空管体2が埋設されている。そしてこの光ファイバ挿入中空管体2は、第3図に示すように道路の長さ方向Aに沿って蛇行するように配設され、光ファイバ1の一端は光カップラ6を介して計測部7に接続されている。

この計測部7は、光ファイバ1に入射光としてレーザパルス光を与えるとともに、光ファイバ1から戻るラマン後方散乱光を分離してこれを受光しかつ増幅、平均化するためのものであって、例えば第4図中に示しているように、入射光としてのレーザパルス光を発振するためのレーザ光源8と、そのレーザ光源8を駆動するためのレーザ駆動回路9と、光ファイバ1から戻る反射散乱光からラマン散乱光を分離するための分離用分波器10と、ラマン散乱光を分離するための分離用分波器10と、ラマン散乱光中のラマン光以外の光成

分をカットするためのカット用分波器11と、そのカット用分波器11から出力されるラマン散乱光を受光して電気信号に変換するための受光素子12と、受光素子12からの電気信号を増幅するためのアンプ13と、電気信号のS/N比改善のための平均化回路14とによって構成されている。そしてこの計測部7の出力信号(平均化回路14の出力信号)はホストコンピュータ15へ与えられ、またホストコンピュータ15からの制御のため信号が計測部7に与えられる。このホストコンピュータ15においては、計測部7からの電気信号を演算処理して光ファイバ1の長さ方向における温度分布が求められる。

求められた温度分布は、単に表示/記録部16において表示および/または記録させるだけであっても良いが、通常はその温度分布の信号を、路面を加熱して融雪するための融雪装置18を制御する信号として用いる。すなわち、融雪装置18としては例えば電気ヒータ、あるいは温水ボイラによる温水を流す温水管などによって構成される

が、この 融雪装置 18 におけるヒータリング出力を制御するための制御器 19 に前記ホストコンピュータ 15 からの温度分布信号が入力されて、温度分布に応じて融雪装置 18 のヒータリング出力が制御される。

なおここで融雪装置 18 におけるヒータリング出力の制御の様子は任意であるが、例えば道路の路面をブロック別に区分し、各ブロックにおける融雪装置のヒータリング出力を、計測した温度分布に対応して個別に制御することが望ましい。このように制御することによって、必要最小限のエネルギーで効率良く融雪を行なうことができる。また場合によっては温度分布の平均値により融雪装置のヒータリング出力を制御しても良い。

またここで特に図には示していないが、光ファイバを挿入した中空管体の一部、もしくは光ファイバ自体の一部を外気雰囲気中に露出させれば、その部分からのラマン散乱光は外気温度に対応することになるから、外気温度と路面温度分布とを同時に計測できることになる。この場合は、ホスト

コンピュータ 15 からの信号は路面温度分布信号と外気温度信号との両者を含むことになり、融雪装置のヒータリング出力制御をより容易かつ効率的に行なうことができる。

以上のところにおいて、保護管としての中空管体に光ファイバを挿入する方法としては、予め中空管体のみを路面の表層中に埋設しておき、その後エアブロン工法等によって光ファイバを中空管体内に挿入することが望ましい。また場合によっては他の目的のために埋設されている低コストの管路の中空管体中にエアブロン工法により光ファイバを挿入しても良い。

また前述のように光ファイバを挿入した中空管体が路面に絶行状に埋設される場合、車道と歩道との両者にまたがって埋設されることもあるが、その場合は車道には第 2 図に示したような機械的ストレスに対して強い中空管体を用い、歩道には第 1 図に示したような機械的ストレスに対しては相対的に弱い低コストの中空管体を用いることが望ましい。

#### 発明の効果

この発明の路面温度分布計測装置によれば、温度検知部として一本の光ファイバを用いるだけで、路面における線状あるいは面状の温度分布を計測することができ、したがって融雪や凍結防止のために路面を加熱するための熱エネルギーを必要最小限の適切な量に制御して、エネルギーコストの低減を図ることができる。またこの発明の路面温度分布計測装置によれば、従来のセンサを用いた場合の如く多数のセンサを使用せずに線状もしくは面状の温度分布を計測することができるため、従来の多数のセンサを用いた場合より格段にコストが低減されるとともに、配線等が簡便化されて保守点検も容易となる等の効果も得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

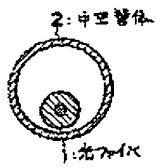
第 1 図および第 2 図はそれぞれこの発明の路面温度分布計測装置における光ファイバを中空管体内に挿入した状態の一例を示す縦断面図、第 3 図はこの発明の路面温度分布計測装置の全体構成の一例を路面について平面的に示す略解図、第 4 図

は第 3 図の IV-IV 線における縦断面図である。

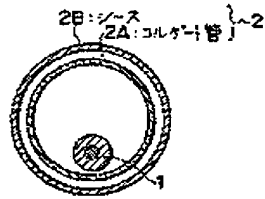
1 光ファイバ、 2 中空管体。

出願人 藤倉電線株式会社  
代理人 弁護士 豊田 武久

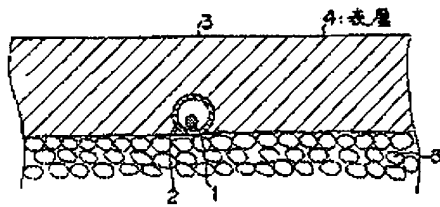
第1図



第2図



第4図



第3図

